

Travaux récents concernant l'action de l'Alar sur l'arachide, son mode d'application et son influence sur les mouvements du calcium

P. GILLIER (1) et A. BOCKELÉE-MORVAN (1)

Résumé. — A partir d'expériences conduites de 1974 à 1978 en Afrique et en France, on a pu montrer en culture artificielle qu'un traitement à l'Alar compensait partiellement les pertes de calcium des graines dues à la sécheresse. L'Alar semble modifier les mouvements du calcium dans la plante, favorisant l'accumulation de celui-ci dans les graines au détriment de la partie aérienne. Au champ, l'Alar peut être appliqué sous forme concentrée en U. L. V. ; il augmente régulièrement le rendement et diminue systématiquement le poids de fanes de l'arachide. Son action sur la qualité des produits est appréciable car il améliore fortement, en association avec le calcium, le pourcentage de bonnes graines récoltées.

INTRODUCTION

Les deux articles publiés précédemment dans la revue *Oléagineux* en 1973 et 1975 [1, 2] avaient décrits les effets de l'Alar (ou Kylar, 85 p. 100 de daminozide) sur la croissance et le rendement de l'arachide, ainsi que sur la qualité des graines obtenues à partir de différents types cultivés au Sénégal et au Mali. Les conditions de culture des années de référence laissaient entrevoir une action favorable de l'Alar en période de sécheresse sur le rendement et, dans tous les cas, une amélioration de la valeur des semences. Ce dernier point, particulièrement important dans les conditions de travail africaines où la sécheresse perturbe régulièrement la production semencière, demandait à être vérifié. Par ailleurs, les relations calcium-qualité de semences déjà étudiées en conjonction avec l'Alar ont fait l'objet d'expériences plus étendues, grâce à un travail de base conduit par le Dr. Ngantsoué à l'Université de Dijon [3]. Il a pu être mis en évidence une action de ce produit sur le métabolisme du calcium et, par ce biais, l'amélioration de la qualité des semences a pu ainsi être partiellement expliquée. Par ailleurs, des formes différentes de produit ont pu être testées selon des modes d'application divers et plus particulièrement en U. L. V.

L'ensemble de ces travaux permettant de mieux situer l'effet de l'Alar sur l'arachide et de préciser ses conditions d'application fera l'objet du présent article. Ils sont l'aboutissement de nombreuses expériences conduites au champ et au laboratoire de 1969 à 1978.

CONDITIONS DE L'EXPÉRIMENTATION

Les essais d'où sont tirés les résultats présentés ci-après ont été conduits au Sénégal sur la station I. S. R. A. de Darou, au Mali sur la station de Katiougou et à l'Université de Dijon en culture artificielle.

Les essais agronomiques ont été planifiés de la façon suivante :

Sénégal :

Essais factoriels 2×2 (avec ou sans Alar, avec ou sans phosphogypse) conduits en effets directs, résiduels ou cumulatifs avec 8 répétitions.

Essais de formulation en blocs de Fisher à 5 ou 6 répétitions.

Mali :

Essais variétés et traitement combiné ou non avec différentes densités et avec 7 ou 8 répétitions.

Les campagnes successives ont été caractérisées par les conditions climatiques suivantes :

Sénégal :

1975 : bonne pluviométrie, bonne répartition.
1976 : faible pluviométrie, mauvaise répartition,
1977 : pluviométrie normale, mauvaise répartition,
arrêt précoce,
1978 : bonne pluviométrie, répartition moyenne.

Mali :

1975 : bonne pluviométrie, mauvaise répartition,
1976 : faible pluviométrie, répartition moyenne,
1977 : pluviométrie normale, mauvaise répartition,
arrêt précoce.

1. — Expériences en laboratoire.

Les indications données précédemment sur la réaction des plantes à la sécheresse, en présence ou non d'Alar, semblaient confirmer l'effet bénéfique de ce régulateur de croissance sur l'accumulation du calcium dans la graine et, par là, leur meilleure qualité au point de vue germination. Or, on sait que la sécheresse a des effets néfastes sur les mouvements du calcium [4, 5] et une série d'expérimentations a donc été mise en place par le Dr. Ngantsoué à l'Université de Dijon [3]

(1) Département des Oléagineux annuels de l'I. R. H. O. ; 11, Squ. Pétrarque, 75016 Paris (France).

pour élucider ce problème. Des cultures de plantes en pots ont été soumises à des traitements de sécheresse intense avec ou sans pulvérisation préalable d'Alar.

Tous les essais ont manifesté les deux réactions spécifiques suivantes déjà observées sur le terrain :

— réduction de la vitesse de croissance et de la longueur des entre-nœuds par l'Alar,

— réduction de la vitesse de croissance et du nombre d'entre-nœuds par la sécheresse.

Sécheresse et Alar entraînent donc automatiquement une réduction du poids sec de la plante. Mais si l'on observe ce qui se passe au niveau de la production, on constate certes une diminution de la production de gousses du fait de la sécheresse, mais sur arachide à grosses graines, on constate une dégradation profonde de la qualité de celles-ci, dégradation considérablement limitée par le traitement à l'Alar comme le montre le tableau I.

TABLEAU I. — Effet sur la qualité des graines GH 119-20 (1977)

Caractéristiques	Traitements		
	(—)	Sécheresse	Sécheresse + Alar (850 g m. a./ha)
P. 100 gousses mono-graines.....	17,5	32	15,8
P. 100 gousses vides..	1,7	11	4,4
P. 100 germination..	100	60	90,0
P. 100 de graines germées ayant donné une plante normale après 3 semaines	86,2	60	85,7

L'analyse des graines produites dans ces expériences permet de mieux comprendre ce qui se passe et le tableau II montre sur quatre expériences réalisées de 1975 à 1977 quelle incidence la sécheresse et l'Alar ont sur le taux de calcium final contenu dans la graine. Si la sécheresse fait baisser en moyenne les teneurs en Ca d'environ 25 p. 100 (ce qui concorde avec différents travaux antérieurs), si l'Alar seul l'augmente lui aussi de 25 p. 100, les graines des plantes soumises à la sécheresse et traitées à l'Alar accusent une très faible perte de Ca par rapport aux plantes normales. L'action du régulateur de croissance compense donc presque totalement l'incidence de la sécheresse.

TABLEAU II. — Teneur en Ca des graines (mg/kg de matière sèche)

Variétés	Année	Traitements			
		(—)	Alar	Sécheresse	Sécheresse + Alar
61-24.....	(1975)	1 335	—	1 004	1 230
55-437.....	(1975)	670	995	525	868
GH 119-20..	(1975)	1 027	1 094	709	941
GH 119-20..	(1977)	928	—	680	884

Ces faits confirmés et quantifiés, il était intéressant de connaître ce qui se passait, non plus au niveau de la graine, mais au niveau de la partie aérienne de la

plante. Pour cela, des analyses de feuilles ont été réalisées en fin de végétation à deux niveaux : sur feuilles de rang inférieur (4 ou 5) et sur feuilles de rang élevé (15 ou 20).

Les données sont rassemblées dans le tableau III.

TABLEAU III. — Analyse de la partie aérienne des plantes — Teneur en Ca (g/kg de matière sèche)

Variétés	Année	(—)	Alar	Sécheresse	Sécheresse + Alar
Feuilles de rangs 4 et 5					
55-437.....	(1975)	49,6	35,4	39,1	31,0
GH 119-20	(1975)	49,0	40,3	44,5	41,2
GH 119-20	(1976)	38,6	—	35,5	30,3
GH 119-20	(1977)	49,5	—	43,8	44,1
Feuilles de rangs 15 et 20					
55-437	(1975)	29,3	38,5	25,6	30,1
R 20					
GH 119-20	(1975)	38,2	43,7	40,0	42,2
R 20					
GH 119-20	(1976)	29,4	—	30,7	32,4
R 20					
GH 119-20	(1977)	46,6	—	34,5	46,4
R 15					

On constate que l'effet de la sécheresse est d'autant plus marqué que les feuilles sont âgées : toutes les feuilles de rang inférieur des plantes soumises à la sécheresse ont des teneurs en calcium bien plus faibles que le témoin. Cette tendance est beaucoup moins nette pour les feuilles les plus jeunes où l'effet est parfois nul.

L'application d'Alar diminue fortement les teneurs en calcium des feuilles âgées, alors que sur les feuilles jeunes (celles arrivées à l'état adulte en fin de végétation, lorsque l'effet de l'Alar n'est plus sensible), son action se traduit au contraire par une augmentation très sensible de ces mêmes teneurs, que les plantes aient été ou non soumises à la sécheresse.

Tout se passe comme si l'application d'Alar modifiait radicalement les mouvements du calcium, favorisant la translocation dans les graines ou empêchant sa fixation dans les feuilles au profit des organes fructifères.

L'action de l'Alar est-elle moins forte en fin de végétation, ce qui permettrait à la plante de rééquilibrer sa nutrition foliaire ? Ceci expliquerait que les jeunes feuilles des plantes traitées aient plus de calcium que les témoins.

Quoi qu'il en soit, grâce au traitement à l'Alar, on constate un déplacement important du calcium des feuilles vers les fruits et ceci permet d'obtenir une meilleure qualité des graines. Cet aspect important de l'effet de l'Alar sur la nutrition mériterait d'être approfondi car c'est une voie possible pour obtenir une valorisation très sensible de la production, en particulier en ce qui concerne les semences.

2. — Expériences au champ.

a) Effet direct du traitement des plantes à l'Alar sur la production de matière sèche.

L'action du régulateur de croissance s'était traduite précédemment (essais réalisés sur ce thème depuis 1969) par une augmentation variable des rendements et par une réduction très nette du poids

TABLEAU IV. — Effet brut du régulateur sur le rendement en gousses et le développement foliaire

Année et localisation	Variétés et essais	Gousses		Effet (kg/ha)	Fanes		Effet (kg/ha)
		Rendements (—) (kg/ha)	avec		Poids (—) (kg/ha)	avec	
1975 Sénégal	1 — GH 119-20	2 900	3 260	+ 360 **	2 930	2 700	— 230 **
	2 — GH 119-20	3 160	3 715	+ 555	3 145	2 930	— 215
	1 — 28-206	2 420	2 645	+ 225	2 470	2 170	— 300
	47-10	2 140	2 280	+ 140	2 125	1 780	— 345
	2 — 47-10	1 505	1 675	+ 170	2 230	1 610	— 620 **
1976 Sénégal	1 — GH 119-20	2 110	2 125	+ 15	2 005	1 900	— 105
	2 — GH 119-20	1 375	1 555	+ 180	675	650	— 25
	1 — 47-10	2 810	2 735	— 75	2 540	2 365	— 175
	28-206	2 060	1 760	— 300	2 270	2 255	— 15
1977 Sénégal	1 — GH 119-20	1 780	2 080	+ 300	2 655	2 490	— 165
	2 — GH 119-20	1 615	1 830	+ 215	—	—	—
	1 — 28-206	1 495	1 650	+ 155	1 895	1 865	— 30
	47-10	1 125	1 395	+ 270	1 240	1 065	— 175
1978 Sénégal	1 — GH 119-20	3 070	3 140	+ 70	2 600	2 335	— 265
	2 — GH 119-20	2 705	2 830	+ 125	3 070	2 650	— 420
Effets moyens				+ 160		— 220

de la partie aérienne. Ces effets ont été confirmés au cours des années 1975 à 1978 où de nouvelles expériences ont été mises en place. Le tableau IV montre que, dans un cas sur 12 seulement, l'Alar n'a pas un effet positif sur le rendement alors qu'il assure en moyenne une augmentation de 160 kg de gousses par hectare avec un maximum de 555 kg dans le cas le plus favorable. Par ailleurs, la réduction du poids de fanes est constante et s'élève en moyenne à 220 kg/ha pour atteindre 620 kg/ha dans le cas de la plus forte réduction.

Tous ces résultats sont atteints par application par pulvérisation d'une solution de 1 kg de produit commercial PM 85 au 40^e ou au 45^e jour après le semis, selon qu'on s'adresse à une variété hâtive (Spanish) ou à une variété tardive (Virginia).

b) Influence du mode d'application et de la formulation sur l'activité du produit.

En 1973, une formule granulée d'Alar avait été expérimentée ; son efficacité avait été nettement

inférieure à la formulation classique. Reprise en 1975, l'expérience avait montré que cette présentation ne convenait pas du tout au produit considéré et les travaux dans cette voie ont été arrêtés.

Par contre, l'idée d'appliquer l'Alar (850 g de matière active/ha) sous forme d'U. L. V. avec des doses de liquide très faibles, allant de 3 à 20 l/ha, a été très largement développée durant la période 1975/1976. Le tableau V résume les résultats de quatre expériences montrant que la diminution de la quantité de liquide ne nuit pas à l'efficacité du produit et que l'usage de l'appareil Handy ou F W Handsprayer adapté par « Ciba Geigy » pour l'application d'herbicides « Flowables » en bas volume permet d'obtenir des résultats comparables à ceux atteints avec le procédé classique de pulvérisation (120 à 450 l de liquide à l'ha). Quant on connaît la difficulté que représente l'approvisionnement en eau pour la vulgarisation des traitements phytosanitaires en Afrique sahélienne, on mesure aisément l'intérêt que présente à l'heure actuelle une formulation U. L. V. pour l'Alar.

TABLEAU V. — Influence du mode d'application et de la formulation de l'Alar sur le développement de la plante et sur le rendement en gousses

Expériences.....	N° 1- 1975		N° 2- 1975		N° 1- 1976		N° 2- 1976	
Dose appliquée sur la base de 850 g de m. a./ha	ID (1)	IR (2)	ID	IR	ID	IR	ID	IR
Formulations U. L. V.								
● DB 419 3 l/ha	67	103	76	111	71	99		
● DB 419 20 l/ha			72	124			75	99
● DB 420 3 l/ha	80	119	78	109	68	114		
● DB 420 20 l/ha			68	118			77	98
Formulations classiques								
● PM 85 450 l/ha			79	119	83	113	85	97
● PM 85 20 l/ha							61	99
● PM 85 120 l/ha	73	110						
Témoin sans Alar	100	100	100	100	100	100	100	100

(1) ID = Indice de développement de la tige principale au 90^e jour.

(2) IR = Indice de rendement en kg/ha.

c) Influence de l'apport de calcium en présence ou non d'Alar sur la quantité et la qualité des graines.

Pour obtenir une bonne fructification de l'arachide à grosses gousses de type Virginia (GH 119-20), il est nécessaire que la plante ait une large disponibilité en calcium lors de la formation des gousses. Pour remédier en Afrique à la déficience presque générale des sols en cet élément, on recommande d'apporter du sulfate de chaux au moment de la floraison de l'arachide à la dose de 300 à 400 kg/ha.

Dans les expériences réalisées de 1974 à 1978, le calcium a été apporté sous forme de « phosphogypse » à la dose de 400 kg/ha et au 40^e jour après le semis. Le

régulateur a été généralement appliqué 5 jours plus tard en pulvérisations sur la base de 850 g de m. a./ha. L'ensemble des résultats obtenus sur 6 essais en cinq ans (Tabl. VI) indique que l'action du phosphogypse seul sur le rendement est faible, que l'action de l'Alar est importante (en moyenne supérieure à celle obtenue sur les autres essais) et qu'il existe une interaction positive : calcium-Alar. Ce résultat est assez remarquable puisque en moyenne l'association calcium-Alar permet d'augmenter la production de 375 kg/ha.

Mais ce qui est le plus important, c'est l'amélioration obtenue sur la qualité du produit. On a mesuré sur un échantillon de 1 kg de gousses tout venant, le supplé-

TABLEAU VI. — Effet du phosphogypse et de l'Alar sur le rendement en gousses et sur la qualité et le nombre de graines

Produit appliqué		Supplément de gousses (kg/ha)							Supplément de bonnes graines (p. 100 en nombre)						
Alar	Phosphogypse	74	75		76	77	78	Moyenne	74	75		76	77	78	Moyenne
			(1)	(2)						(1)	(2)				
(—)	P	+ 130	+ 5	— 50	+ 80	+ 230	— 10	+ 65	+ 6,0	+ 4,0	+ 2,1	+ 8,6	+ 15,0	— 1,0	+ 6,1
A	(—)	+ 400	+ 225	+ 430	+ 25	+ 410	— 10	+ 245	+ 7,0	+ 13,9	+ 7,7	+ 6,1	+ 8,6	0	+ 7,2
A	P	+ 470	+ 500	+ 630	+ 85	+ 420	+ 140	+ 375	+ 18,0	+ 14,1	+ 8,3	+ 12,1	+ 11,6	+ 6,0	+ 11,7

ment de bonnes graines obtenu après décorticage. Dans ce domaine également, le calcium augmente le nombre de bonnes graines de 6,1 p. 100, l'Alar de 7,2 p. 100 et l'association calcium-Alar de 11,7 p. 100. Si l'on tient compte de l'augmentation de production globale, l'association calcium-Alar permet d'obtenir un supplément de graines donnant des plantules viables compris entre 15 et 55 p. 100 ce qui, au prix des semences, rend tout à fait rentables les traitements combinés avec ces deux produits.

CONCLUSION

L'application d'un régulateur de croissance (Alar) associé à l'utilisation de phosphogypse valorise assez sensiblement l'arachide et permet d'obtenir des semences d'une qualité supérieure. L'amélioration de la valeur du produit peut être attribuée en partie à la migration du calcium dans la graine, l'Alar limitant la fixation de celui-ci dans les parties aériennes au bénéfice du fruit.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BOCKELÉE-MORVAN A. et GILLIER P. (1973). — Action d'un régulateur de croissance sur l'arachide au Sénégal. *Oléagineux*, 28, N° 10, p. 457-460.
- [2] BOCKELÉE-MORVAN A., GILLIER P., ROUSSEL O. et SALINS J. F. de (1975). — Effet d'un régulateur de croissance sur le rendement et la qualité de diverses variétés d'arachides. *Oléagineux*, 30, N° 7, p. 311-317.
- [3] NGANTSOUÉ L. (1977). — Contribution à l'étude de la viabilité des semences de quelques variétés d'*Arachis hypogaea* L. Thèse de doctorat, Université de Dijon (France), Laboratoire de Physiologie végétale, IX + 134 p.
- [4] NGANTSOUÉ L., BOCKELÉE-MORVAN A., GILLIER P., et MONIN J. (1979). — Effet d'un nanifiant, l'Alar, sur la viabilité et la teneur en calcium d'arachides ayant subi un stress hydrique. *Bull. Sci. Bourgogne*, 32, N° 2 (sous presse).
- [5] GILLIER P. (1979). — Effet secondaire de la sécheresse sur l'arachide. *Oléagineux*, 34, N° 2, p. 79-81.
- [6] SNYMAN J. W. (1972). — Nutritional studies with a Spanish type groundnut on an avallon medium sandy soil. Thèse de doctorat, Université de Natal (Afrique du Sud).

SUMMARY

Recent work on the action of Alar on the groundnut, method of application and influence on calcium movements.

P. GILLIER and A. BOCKELÉE-MORVAN, *Oléagineux*, 1979, 34, N° 12, p. 587-590.

Based on experiments made in Africa and in France from 1974 to 1978, it was possible to show in artificial culture that Alar treatment could partially compensate for calcium lost by seeds due to drought. Alar seem to modify the calcium movements in the plant, favouring its accumulation in the seeds to the detriment of the aerial part. In the field, Alar can be applied in a concentrated form at U. L. V. ; it increases yield regularly and systematically decreases the weight of the groundnut haulms. It has a notable effect on the product quality as, associated with calcium, it markedly improves the percentage of good seeds harvested.

RESUMEN

Trabajos recientes sobre la acción de Alar en el cacahuete, modo de aplicación y influencia en los movimientos del calcio.

P. GILLIER y A. BOCKELÉE-MORVAN, *Oléagineux*, 1979, 34, N° 12, p. 587-590.

Fundándose en experimentos realizados de 1974 a 1978 en el África y en Francia, se acertó a demostrar en cultivo con soluciones nutritivas que un tratamiento con Alar compensaba parte de las pérdidas de calcio de las semillas ocasionadas por la sequía. El Alar modifica al parecer los movimientos del calcio en la planta, favoreciendo la acumulación de éste en las semillas, en detrimento de la parte aérea. En el campo se puede aplicar Alar en forma concentrada en Volumen Ultra Bajo ; éste aumenta regularmente el rendimiento, disminuyendo sistemáticamente el peso de matas del cacahuete. Su acción sobre la calidad de los productos es notable, porque en forma asociada con el calcio, mejora mucho el porcentaje de buenas semillas cosechadas.